

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

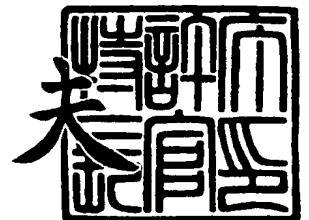
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 1 1 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 4 1 1 7]

出 願 人 日 立 工 機 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 2 3 6 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002343

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01C 15/00

【発明者】

 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社
社内

 【氏名】 西村 孝司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005094

 【氏名又は名称】 日立工機株式会社

 【代表者】 武田 康嗣

【代理人】

 【識別番号】 100072394

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 井沢 博

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 164058

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0201528

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ビーム出射角度補正光学ユニット及びそれを搭載したレーザ墨出し装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第 1 のウェッジプリズムと、該第 1 のウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段と、上記第 1 のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第 2 のウェッジプリズムと、該第 2 のウェッジプリズムを上記所定の軸を中心に上記第 1 ウェッジプリズムとは独立に回動可能に保持する手段とを有し、第 1 のウェッジプリズムに入射したビームを第 2 のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第 1 及び第 2 のウェッジプリズムを独立に所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 2】

ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第 1 のウェッジプリズムと、該第 1 のウェッジプリズムを保持するための第 1 のホルダと、上記第 1 のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第 2 のウェッジプリズムと、該第 2 のウェッジプリズムを保持する第 2 のホルダと、上記第 1 及び第 2 のウェッジプリズムの一方を固定し、他方を所定の軸を中心に回動する手段を有し、第 1 のウェッジプリズムに入射したビームを第 2 のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第 1 又は第 2 のウェッジプリズムを所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 3】

ガラス又はプラスチック等の光透過体からなるウェッジプリズムと、該ウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段を有し、上記ウェッジプリズムの頂角を挟む一方の面に光ビームを入射し、頂角を挟む他方の面から光ビームを出射するように構成すると共に、上記ウェッジプリズムを所望の角度回動

することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、第 1 のウェッジプリズムの頂角と第 2 のウェッジプリズムの頂角が等しいことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 において、第 1 のウェッジプリズムの頂角と第 2 のウェッジプリズムの頂角が異なることを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 6】

請求項 1 において上記第 1 及び第 2 のプリズム回転軸と $x y z$ 座標系の z 軸が平行となるように出射ビーム角度補正光学ユニットを配置し、入射ビームと z 軸のなす角度 γ の $y z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 x z}$ 、各プリズムの屈折率を n 、各プリズム頂角を α とした時、 $-2 \leq \gamma_{1 y z} / (n-1) \alpha \leq 2$ $-2 \leq \gamma_{1 x z} / (n-1) \alpha \leq 2$ を満たすように各プリズム頂角 α を設定したことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 7】

請求項 6 において上記ビーム出射角補正光学ユニットにおける出射ビームと z 軸のなす角度 β の $y z$ 平面への正射影を $\beta_{y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\beta_{x z}$ とした時、 $\beta_{y z} = (n-1) \alpha \cdot (\cos \phi_1 + \cos \phi_2) - \gamma_{1 y z}$

$$\beta_{x z} = (n-1) \alpha \cdot (\sin \phi_1 + \sin \phi_2) - \gamma_{1 x z}$$

を満たすように y 軸に対する各プリズムの設置角度 ϕ_1 及び ϕ_2 を設定したことを特徴とするビーム出射角度補正光学ユニット。

【請求項 8】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換する光学素子と、コリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学ユニットと、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生する光学系を備えたレーザ墨出し装置であって、上記ビーム出射角度補正用光学ユニットは、ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第 1 のウェッジプリズムと、該第 1 のウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段と、上記第

1のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第2のウェッジプリズムと、該第2のウェッジプリズムを上記所定の軸を中心に上記第1ウェッジプリズムとは独立に回動可能に保持する手段とを有し、第1のウェッジプリズムに入射したビームを第2のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第1及び第2のウェッジプリズムを独立に所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とする墨出し装置。

【請求項9】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換する光学素子と、コリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学ユニットと、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生する光学系を備えたレーザ墨出し装置であって、上記ビーム出射角度補正用光学ユニットは、ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第1のウェッジプリズムと、該第1のウェッジプリズムを保持するための第1のホルダと、上記第1のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第2のウェッジプリズムと、該第2のウェッジプリズムを保持する第2のホルダと、上記第1及び第2のウェッジプリズムの一方を固定し、他方を所定の軸を中心に回動する手段を有し、第1のウェッジプリズムに入射したビームを第2のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第1又は第2のウェッジプリズムを所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項10】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換する光学素子と、コリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学ユニットと、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生する光学系を備えたレーザ墨出し装置であって、上記ビーム出射角度補正用光学ユニットは、ガラス又はプラスチック等の光透過体からなるウェッジプリズムと、該ウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段を有し、上記ウェッジプリズムの頂角を挟む一方の面に光ビームを入射し、頂角を挟む他方の面から光ビームを出射するように構成すると共に、上記ウェッジプリズムを所望の角度回動

することにより出射ビームの角度補正を行なうことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項 11】

請求項 8 において、第 1 及び第 2 のプリズム回転軸と $x y z$ 座標系の z 軸が平行となるように出射ビーム角度補正光学ユニットを配置し、入射ビームと z 軸のなす角度 γ の $y z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 x z}$ 、各プリズムの屈折率を n 、各プリズム頂角を α とした時、 $-2 \leq \gamma_{1 y z} / (n-1) \alpha \leq 2$ $-2 \leq \gamma_{1 x z} / (n-1) \alpha \leq 2$ を満たすように各プリズム頂角 α を設定したことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項 12】

請求項 11 において、ビーム出射角補正光学ユニットにおける出射ビームと z 軸のなす角度 β の $y z$ 平面への正射影を $\beta_{y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\beta_{x z}$ とした時、 $\beta_{y z} = (n-1) \alpha \cdot (\cos \phi_1 + \cos \phi_2) - \gamma_{1 y z}$

$$\beta_{x z} = (n-1) \alpha \cdot (\sin \phi_1 + \sin \phi_2) - \gamma_{1 x z}$$

を満たすように y 軸に対する各プリズムの設置角度 ϕ_1 及び ϕ_2 を設定したことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項 13】

請求項 8 において、ビーム出射角度補正光学ユニットへの入射ビームと z 軸のなす角度 γ の $y z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 x z}$ 各プリズムの屈折率を n 、各プリズム頂角を α とした時、

$$-1 \leq \gamma_{1 y z} / (n-1) \alpha \leq 1 \quad -1 \leq \gamma_{1 x z} / (n-1) \alpha \leq 1$$

を満たす各プリズム頂角 α を有することを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項 14】

請求項 13 において、ビーム出射角補正光学ユニットからの出射ビームと z 軸のなす角度 β の $y z$ 平面への正射影を $\beta_{y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\beta_{x z}$ とした時、

$$\beta_{y z} = (n-1) \alpha \cdot \cos \phi - \gamma_{1 y z}$$

$$\beta_{x z} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi - \gamma_{1 x z}$$

を満たすように y 軸に対する各プリズムの設置角度 ϕ を設定したことを特徴とす

るレーザー墨出し装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ビーム出射角度補正光学ユニット及びそれを搭載したレーザー墨出し装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献1】特開平9-159451号（図1及び図3）

家屋建築の際、特に工事の開始時には各種部材の取り付け基準位置の設定や部材加工の位置決め等に水準線を出す作業、すなわち墨出し作業が必須である。そこで建築現場では、レベル測量儀等の器具を用いてレベル出しを行い、対象となる構造物の壁に複数のマーク（墨）をつけ、それらをつないで墨出しラインを形成し工事基準としていた。

【0003】

しかし、この作業は最低でも2人で行う必要があり、非常に手間が掛かり、効率が悪いという問題があった。この問題を改善するために、最近ではライン照射機能を有するレーザー墨出し装置を用いて効率良く墨出し作業を行うことが多くなった。レーザー墨出し装置は1人で墨出し作業を容易に行うことができるため、建築作業には欠かせない建築作業必須ツールとなりつつある。

【0004】

墨出しラインには床から壁、天井にかけて垂直線を描くいわゆる『たちライン』や2本の『たちライン』を同時に照射させることで天井に直角ラインを描く『大矩ライン（おおがねライン）』あるいは壁に水平線を描く『ろくライン』あるいはレーザー墨出し装置の直下の床上に集光したレーザービームを照射する『地墨』等いろいろなラインが存在する。

【0005】

レーザー墨出し装置を用いた墨出し作業の効率化を図るには、1台のレーザー墨出し装置で複数の墨出しラインが照射できることが望まれる。そこで最近では1台

の装置で2ライン以上のライン照射が可能な装置が提案されている。

【0006】

1台のレーザ墨出し装置から複数ラインを照射するためには、複数個のレーザ光源を搭載する方式か、1個のレーザ光源から出射されたレーザ光を分割することにより複数ラインを得る方式が考えられる。

【0007】

レーザ墨出し装置から照射されるライン光は理想的な水平線及び理想的な垂直線に近いほど、ライン指示精度は良くなる。したがって、複数個のレーザ光源を用いる従来のレーザ墨出器では、ライン指示精度を出すために個々のレーザ光源付属の光学系について光学調整を行う必要がある。しかしながらこの組立調整にはかなりの手間がかかり、装置のコストも高くなるという問題がある。

一方、1本のレーザ光を分割することにより複数のライン光を得る方式としては、例えば特開平9-159451号に開示されるように、レーザ出射方向に複数のハーフミラーを直列に積層した構造の出射光学系を用いる方式が知られている。しかし、この方式の場合、出射光の角度を調節するためにはハーフミラーの設置角度を微調整する必要がある、機構が複雑かつ部品点数が増えてしまう。ちなみに特開平9-159451号に示された方式では特にハーフミラーの角度調整機構は設けていないため、出射光の指示精度を高めることは困難である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、このような従来の課題を解決した簡易なビーム出射角度補正ユニット及びそれを搭載したレーザ墨出し装置を提供することにある。

具体的には、本発明はレーザビームの出射角度を簡便に補正することが可能であり、ハーフミラーによりレーザビームを複数本に分割した場合は、分割されたビームの各光路に配置することにより個々にレーザビームの出射角度を補正することができる光学ユニット及びそれを搭載したレーザ墨出し装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために本発明は、ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第1のウェッジプリズムと、該第1のウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段と、上記第1のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第2のウェッジプリズムと、該第2のウェッジプリズムを上記所定の軸を中心に上記第1ウェッジプリズムとは独立に回動可能に保持する手段とを有し、第1のウェッジプリズムに入射したビームを第2のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第1及び第2のウェッジプリズムを独立に所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうことに一つの特徴がある。

【0010】

本発明の他の特徴は、上記第1及び第2のウェッジプリズムの一方を固定し、他方を所定の軸を中心に回動する手段を有し、第1のウェッジプリズムに入射したビームを第2のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第1又は第2のウェッジプリズムを所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうように構成したことにある。

【0011】

本発明の他の特徴は、ガラス又はプラスチック等の光透過体からなるウェッジプリズムと、該ウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段を有し、上記ウェッジプリズムの頂角を挟む一方の面に光ビームを入射し、頂角を挟む他方の面から光ビームを出射するように構成すると共に、上記ウェッジプリズムを所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうように構成したことにある。

本発明の他の特徴は、上記各プリズム回転軸と $x y z$ 座標系の z 軸が平行となるように出射ビーム角度補正光学ユニットを配置し、入射ビームと z 軸のなす角度 γ の $y z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 y z}$ 及び $x z$ 平面への正射影を $\gamma_{1 x z}$ 、各プリズムの屈折率を n 、各プリズム頂角を α とした時、 $-2 \leq \gamma_{1 y z} / (n-1) \alpha \leq 2$
 $-2 \leq \gamma_{1 x z} / (n-1) \alpha \leq 2$ を満たすようにプリズム頂角 α を設定したにある。

【0012】

本発明の他の特徴は、上記ビーム出射角補正光学ユニットにおける出射ビームと z 軸のなす角度 β の $y-z$ 平面への正射影を β_{yz} 及び $x-z$ 平面への正射影を β_{xz} とした時、

$$\beta_{yz} = (n-1) \alpha \cdot (\cos \phi_1 + \cos \phi_2) - \gamma_{1yz}$$

$$\beta_{xz} = (n-1) \alpha \cdot (\sin \phi_1 + \sin \phi_2) - \gamma_{1xz}$$

を満たすように y 軸に対する各プリズムの設置角度 ϕ_1 及び ϕ_2 を設定したことに
ある。

本発明の他の特徴及び効果は以下の実施形態の説明から更に明確に理解される。

【0013】

【発明の実施の形態】

(実施形態1)

図1は本発明にかかるビーム出射角度補正光学ユニットの一実施例を示す略図である。図において2Aはガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第1のウェッジプリズムであり、プリズムホルダ3Aに収容されている。この第1のウェッジプリズム2Aはレーザビームの入射側に配置される。プリズムホルダ3Aにはプリズム2Aの高さ h のほぼ $1/2$ の位置に設けられた回転軸（図示省略）を中心にして図のA-A'線の矢印の向きに回動可能に支持されている。

【0014】

一方、2Bはガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第2のウェッジプリズムであり、プリズムホルダ3Bに収容されている。この第2のウェッジプリズム2Bはレーザビームの出射側に配置される。プリズムホルダ3Bにもプリズム2Bの高さ h のほぼ $1/2$ の位置に設けられた回転軸（図示省略）を中心にして上記プリズムホルダ3Aとは独立に回動可能に支持されている。

【0015】

第1及び第2のウェッジプリズム2A及び2Bは互いに平行な平面を有し、この面を密着配置するビーム出射角度補正光学ユニット1が構成される。なお、本実施形態では第1及び第2のウェッジプリズム2A及び2Bの材質として屈折率1.5のガラス材BK7を用いた。

【0016】

次に本発明にかかるビーム出射角度補正ユニットの原理について説明する。図2は、図1における第1及び第2のウェッジプリズム2A及び2Bを近接又は定着配置して、所定のプリズム頂角 α を有するプリズム2とした場合である。まずこの図2を用いてプリズム2の内部をビームが透過した時のふれ角について説明する。

【0017】

レーザ光源（図示省略）からのビームB1がプリズム2の入射面に、その面の法線と角度 I_1 をもって入射するものとする。この入射光はプリズム2の内部で屈折してビームB2として進み、出射面の法線と角度 I_2 の方向にビームB3として出射する。プリズム2の内部においてビームB2が入射面の法線となす角度を I_1' 、出射面の法線となす角度を I_2' とする。

プリズムの屈折率を n 、空気の屈折率を1とするとスネルの法則から

$$\text{入射側では} \quad \sin I_1 = n \cdot \sin I_1' \quad (1)$$

$$\text{出射側では} \quad n \cdot \sin I_2 = \sin I_2' \quad (2)$$

が成り立つ。

【0018】

ここで α が極めて小さい場合、(1)、(2)から

$$I_1 = n \cdot I_1' \quad (3)$$

$$n \cdot I_2 = I_2' \quad (4)$$

となる。

次に入射ビームB1と出射ビームB3が互いになす角度を「ふれ角 δ 」と定義すると

$$\begin{aligned} \delta &= (I_1 - I_1') + (I_2' - I_2) \\ &= (I_1 + I_2') - (I_1' + I_2) \\ &= (n \cdot I_1' + n \cdot I_2) - \alpha \\ &= n (I_1' + I_2) - \alpha \\ &= n \cdot \alpha - \alpha \\ &= (n - 1) \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

が得られる。すなわち、

$$\text{ふれ角} \delta = (\text{プリズムの屈折率} - 1) \times (\text{プリズム頂角}) \quad (6)$$

で表される。

【0019】

次に図3に示すように垂直面を有するプリズム2の垂直面がxy平面と平行になるようにプリズムが置かれた場合を考える。このプリズム2は回転軸AA'を中心として任意の角度 ϕ だけ回転できるものとする。ここで回転軸AA'はz軸と平行である。なお、初期状態ではプリズム2の回転角 ϕ は 0° とする。

【0020】

今、プリズム斜面における法線のxz平面及びyz平面への正射影を考える。

【0021】

プリズム回転角を ϕ 、プリズムの頂角を α とすると、
yz平面への法線の正射影の式は

$$y = \tan \alpha \cdot \cos \phi \cdot z$$

となるため、頂角の正射影は

$$\tan^{-1} (\tan \alpha \cdot \cos \phi) \doteq \alpha \cdot \cos \phi \quad \text{となる。}$$

したがって(6)式からyz面におけるふれ角 $\delta \phi_{yz}$ は、

$$\delta \phi_{yz} = (n-1) \alpha \cdot \cos \phi \quad (7) \quad \text{が得られる。}$$

【0022】

同様にxz平面への法線の正射影の式は

$$x = \tan \alpha \cdot \sin \phi \cdot z$$

であるため、頂角の正射影は

$$\tan^{-1} (\tan \alpha \cdot \sin \phi) \doteq \alpha \cdot \sin \phi \quad \text{となる。}$$

したがって(6)式からxz面におけるふれ角 $\delta \phi_{xz}$ は

$$\delta \phi_{xz} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi \quad (8) \quad \text{が得られる。}$$

【0023】

また、図4に示すように頂角 α_1 と α_2 の2種類のプリズム2A及び2Bを組合せたプリズムに入射角 I_1 でビームB1が入射し出射ビームB3が基準軸（ここではx軸）となす角度を β とすると図から明らかなように $\beta = \delta - I_1 + \alpha_1$ となる。
入射ビームB1が基準軸となす角度を γ とすると $\gamma = I_1 - \alpha_1$ であるから

$$\beta = \delta - (\gamma + \alpha_1) + \alpha_1$$

$$= \delta - \gamma$$

が成立する。すなわち

$$\beta = (\text{組合せプリズムふれ角}) - (\text{基準軸と入射ビームがなす角度}) \quad (9)$$

で表される。

【0024】

一方、頂角 α_1 のプリズム 2 A で得られるふれ角を δ_1 頂角 α_2 のプリズム 2 B で得られるふれ角を δ_2 とすると、組合せプリズムにより得られるふれ角 δ は

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 \quad (10) \quad \text{で与えられる。}$$

【0025】

今、頂角が共に α である 2 個のプリズムを組合せた場合について考える。
入射ビーム側のプリズムを ϕ_1 、出射ビーム側のプリズムを ϕ_2 だけ回転させた場合のふれ角の $y z$ 平面成分は (7) 式から

$$\delta \phi_{1 y z} = (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_1 \quad (11)$$

$$\delta \phi_{2 y z} = (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_2 \quad (12)$$

となるので (10) 式から組合せプリズムのふれ角 $\delta \phi_{y z}$ は

$$\delta \phi_{y z} = (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_1 + (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_2 \quad (13) \quad \text{となる}$$

。

同様に $x z$ 平面成分は (8) 式から

$$\delta \phi_{1 x z} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi_1 \quad (14)$$

$$\delta \phi_{2 x z} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi_2 \quad (15)$$

となるので (10) 式から組合せプリズムのふれ角 $\delta \phi_{x z}$ は

$$\delta \phi_{x z} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi_1 + (n-1) \alpha \cdot \sin \phi_2 \quad (16) \quad \text{となる}$$

。

したがって出射ビームが基準軸（ここでは z 軸）となす角度 β の $y z$ 平面成分は (13) 式と (9) 式より

$$\begin{aligned} \beta_{y z} &= (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_1 + (n-1) \alpha \cdot \cos \phi_2 - \gamma_{1 y z} \\ &= (n-1) \alpha \cdot (\cos \phi_1 + \cos \phi_2) - \gamma_{1 y z} \end{aligned} \quad (17)$$

となる。

同様に射出ビームが基準軸（ここでは z 軸）となす角度 β の xz 平面成分は (16) 式と (9) 式より

$$\begin{aligned}\beta_{xz} &= (n-1)\alpha \cdot \sin\phi_1 + (n-1)\alpha \cdot \sin\phi_2 - \gamma_{1xz} \\ &= (n-1)\alpha \cdot (\sin\phi_1 + \sin\phi_2) - \gamma_{1xz} \quad (18) \quad \text{となる。}\end{aligned}$$

基準軸に対して入射ビームがある角度をなす場合に射出ビームと基準軸がなす角度を 0° となるように角度補正を行うためには (17) 式及び (18) 式において

$$\beta_{yz} = 0 \quad \beta_{xz} = 0 \text{ とすればよい。}$$

すなわち

$$\cos\phi_1 + \cos\phi_2 = \gamma_{1yz} / (n-1)\alpha \quad (19)$$

$$\sin\phi_1 + \sin\phi_2 = \gamma_{1xz} / (n-1)\alpha \quad (20)$$

が同時に成り立つ場合である。この時、 ϕ は $0^\circ \sim 360^\circ$ まで取り得るため、

$$-2 \leq \cos\phi_1 + \cos\phi_2 \leq 2 \quad \text{であるから、}$$

$$-2 \leq \gamma_{1yz} / (n-1)\alpha \leq 2 \quad \text{となる。すなわち}$$

$$-2(n-1)\alpha \leq \gamma_{1yz} \leq 2(n-1)\alpha \quad (21) \quad \text{となる。同様に}$$

$$-2(n-1)\alpha \leq \gamma_{1xz} \leq 2(n-1)\alpha \quad (22) \quad \text{となる。}$$

一般的にガラスあるいはプラスチック材の屈折率は $1.45 \leq n \leq 1.90$ の範囲に存在しているが、実用的には 1.5 前後の材料を用いることが多い。そこで (21) 式及び (22) 式において $n=1.5$ を代入すると

$$-\alpha \leq \gamma_{1yz} \leq \alpha \quad (23)$$

$$\text{及び} \quad -\alpha \leq \gamma_{1xz} \leq \alpha \quad (24) \quad \text{となる。}$$

すなわち γ_{1yz} 及び γ_{1xz} はプリズム頂角 α より小さければ、完全に 0° に補正可能となることが分かる。その時のプリズムの回転角度は (19) 式及び (20) 式から求めることができる。

本実施例ではプリズム材質として一般的な光学ガラスである BK7（屈折率 $n=1.5$ ）を用い、頂角 α の大きさが 1° であるプリズムを 2 個用いて射出ビームの角度補正を行った場合について具体的に説明する。

【0026】

今、入射ビームが基準軸となす角度 γ をそれぞれ $\gamma_{1yz} = 0.05^\circ$ $\gamma_{1xz} = 0.5^\circ$ とし、これらの数値を (19) 式及び (20) 式に入れて計算すると

$$\cos \phi_1 + \cos \phi_2 = 0.05 / (1.5 - 1) \cdot 1$$

$$\sin \phi_1 + \sin \phi_2 = 0.5 / (1.5 - 1) \cdot 1$$

$$\phi_1 = 24.46^\circ \quad \phi_2 = 144.12^\circ \quad \text{が得られる。}$$

すなわち、入射ビームが基準軸となす角度が $\gamma_{1yz} = 0.05^\circ$ $\gamma_{1xz} = 0.5^\circ$ である時、入射側プリズムを 24.46° 出射側プリズムを 144.12° 回転させた位置に配置することにより出射ビームと基準軸となす角度を 0° に補正することが可能となる。

(実施形態2)

図7は本発明にかかる光学ユニットの第2の実施形態を示す。この光学ユニット1は図1と同様に第1のウェッジプリズム2Aと第2のウェッジプリズム2Bとが近接又は密着して配置されているが、第1のウェッジプリズム2Aを保持するホルダ3Aは固定配置され、第2のウェッジプリズム2Bを保持するホルダ3Bのみが軸A-A'を中心にして図の矢印の向きに回動できるように保持されている。

出射側のウェッジプリズム2Bのみを回転させて出射ビーム角度を補正する本実施形態の場合は、(17)式及び(18)式において $\phi_1 = 0^\circ$ とした場合に相当する。

すなわち、

$$\beta_{yz} = (n-1) \alpha \cdot (1 + \cos \phi_2) - \gamma_{1yz} \quad (25)$$

$$\beta_{xz} = (n-1) \alpha \cdot \sin \phi_2 - \gamma_{1xz} \quad (26) \quad \text{となる。}$$

ここで β_{yz} 及び β_{xz} が 0° となる時、上式において $\beta_{yz} = 0$ $\beta_{xz} = 0$ とすると $1 + \cos \phi_2 = \gamma_{1yz} / (n-1) \alpha$

$$\sin \phi_2 = \gamma_{1xz} / (n-1) \alpha$$

ϕ_2 は $0^\circ \sim 360^\circ$ まで取り得るため、

$$0 \leq \gamma_{1yz} / (n-1) \alpha \leq 2$$

$$-1 \leq \gamma_{1xz} / (n-1) \alpha \leq 1$$

すなわち

$$0 \leq \gamma_{1yz} \leq 2(n-1) \alpha \quad (27)$$

$$-(n-1) \alpha \leq \gamma_{1xz} \leq (n-1) \alpha \quad (28) \quad \text{となる。}$$

(27) 式及び (28) 式において $n=1.5$ を代入すると

$$0 \leq \gamma_{1yz} \leq \alpha \quad (29)$$

$$-0.5\alpha \leq \gamma_{1xz} \leq 0.5\alpha \quad (30) \quad \text{となる。}$$

すなわち2個のプリズム 2 A 及び 2 B のうち出射側プリズム 2 B のみを回転させて出射ビーム角度を補正した場合、出射ビーム B 3 のうち yz 平面成分あるいは xz 平面成分のいずれかを 0° に補正することが可能である。この時、入射ビーム B 1 が基準軸となす角度 γ とプリズム頂角の間には (29) 式及び (30) 式の関係を満たすことが必要となる。

【0027】

本実施例ではプリズム材質として BK7 (屈折率 $n=1.5$) を用い、頂角 α の大きさが 1° であるプリズムを2個 (2 A 及び 2 B) 用いて、出射側プリズム 2 B のみ回転させて出射ビーム (yz 平面成分) の角度補正を行った場合について具体的に説明する。今、入射ビーム B 1 が基準軸となす角度 γ を $\gamma_{1yz}=0.05^\circ$ とし、これらの数値を (25) 式に入れて計算すると

$$0 = (1.5-1) \cdot 1 \cdot (1+\cos \phi_2) - 0.05$$

$$\cos \phi_2 = 154.16^\circ \quad \text{が得られる。}$$

すなわち、入射ビーム B 1 が基準軸となす角度が $\gamma_{1yz}=0.05^\circ$ である時、出射側プリズム 2 B を 154.16° 回転させた位置に配置することにより β_{yz} を 0° に補正することが可能となる。

(実施形態3)

図 8 は本発明にかかる光学ユニットの第 3 の実施形態を示すもので 1 個のウェッジプリズム 2 がホルダ 3 A 及び 3 B により保持され、このプリズム 2 が A-A' 軸を中心に回動できるように構成されている。

1 個のプリズム 2 を用いて出射ビーム角度を補正する場合は (17) 式において $(n-1)\alpha \cdot \cos \phi_1 = 0$

及び (18) 式において $(n-1)\alpha \cdot \sin \phi_1 = 0$ とした場合に相当する。

すなわち、

$$\beta_{yz} = (n-1)\alpha \cdot \cos \phi_2 - \gamma_{1yz} \quad (31)$$

$$\beta_{xz} = (n-1)\alpha \cdot \sin \phi_2 - \gamma_{1xz} \quad (32) \quad \text{となる。}$$

ここで β_{yz} 及び β_{xz} が 0° となる時、 $\beta_{yz}=0$ $\beta_{xz}=0$ とすると

$$\cos \phi_2 = \gamma_{lyz} / (n-1) \alpha$$

$$\sin \phi_2 = \gamma_{lxz} / (n-1) \alpha$$

ϕ_2 は $0^\circ \sim 360^\circ$ まで取り得るため、

$$-1 \leq \gamma_{lyz} / (n-1) \alpha \leq 1$$

$$-1 \leq \gamma_{lxz} / (n-1) \alpha \leq 1$$

すなわち

$$-(n-1) \alpha \leq \gamma_{lyz} \leq (n-1) \alpha \quad (33)$$

$$-(n-1) \alpha \leq \gamma_{lxz} \leq (n-1) \alpha \quad (34) \quad \text{となる。}$$

(33) 式及び (34) 式において $n=1.5$ を代入すると

$$-0.5 \alpha \leq \gamma_{lyz} \leq 0.5 \alpha \quad (35)$$

$$-0.5 \alpha \leq \gamma_{lxz} \leq 0.5 \alpha \quad (36) \quad \text{となる。}$$

すなわち1個のプリズムのみ用いて出射ビーム角度を補正する場合、出射ビーム B 3 のうち yz 平面成分あるいは xz 平面成分のいずれかを 0° に補正することが可能である。この時、入射ビーム B 1 が基準軸となす角度 γ とプリズム頂角の間には (35) 式及び (36) 式の関係を満たすことが必要となる。

【0028】

本実施例ではプリズム材質としてBK7 (屈折率 $n=1.5$) を用い、頂角 α の大きさが 1° であるプリズムを1個用いて、プリズムを回転させて出射ビーム (yz 平面成分) の角度補正を行った場合について具体的に説明する。今、入射ビームが基準軸となす角度 γ を $\gamma_{lyz}=0.05^\circ$ とし、これらの数値を (31) 式に入れて計算すると

$$0 = (1.5-1) \cdot 1 \cdot \cos \phi_2 - 0.05$$

$$\cos \phi_2 = 84.26^\circ \text{ が得られる。}$$

すなわち、入射ビームが基準軸となす角度が $\gamma_{lyz}=0.05^\circ$ である時、プリズムを 84.26° 回転させた位置に配置することにより β_{yz} を 0° に補正することが可能となる。

(実施形態4)

本発明にかかるビーム出射角度補正光学ユニットをレーザ墨出し装置に実装し

た形態について説明する。図5に示すようにレーザ墨出し装置10は基本的にはライン光を発生させる光学系14と光学系を水平に保つための支持機構部15から構成されている。図6にライン光発生光学系14の一例の概略を示す。

【0029】

レーザ墨出し装置本体に対して水平方向に配置した半導体レーザ16から出射されたレーザビームはコリメータレンズ17によりビーム断面形状が円形であるコリメート光（平行光）B1に変換される。本実施形態ではコリメート光B1のビーム径は2mmになるように設定している。また、この光学系14にはビームスプリッター4が用いられており、入射光B1を3本の均一な強度の光に分岐している。すなわちこのビームスプリッター4はこの実施例ではガラス又はプラスチック等の光を透過する3個の部材を貼り合わせて構成され直方体形状をしている。第1の部材と第2の部材の貼り合わせ面には第1の光分離面41が形成されている。すなわちこの光分離面41で入射光が透過光と反射光に分離される。

【0030】

さらに第2の部材と第3の部材の貼り合わせ面には第2の光分離面42が形成されている。上記の反射光はビームスプリッター4の内部を進み、第2の光分離面42で更に反射光と透過光に分離されるので3本の分岐光を得ることができる。したがって各光線の光路上にロッドレンズ51、52、53を配置することで3本のライン光を得ることができる。

ここでビームスプリッター4は必ず加工誤差を持っているため、分岐光の出射角度には若干の誤差が含まれる。しかしレーザ墨出し装置の場合、ライン光の指示精度が厳しく規定されており、例えばライン光を照射し10m先で1mm以内の指示精度に押さえる必要がある。10mで1mmの精度に押さえるには、ビームスプリッター4の出射光が、理想的な水平線（x軸）となす角度を 0.005° 以内としなければならない。つまり各分岐光が理想ラインとなす角度が 0.005° を超える場合、補正が必要となる。この実施例ではビームスプリッター4から出射した光線の各光路にビーム出射角度補正光学ユニット1a、1b、1cが配置されている。角度補正光学ユニット1a、1b、1cの後にロッドレンズ51、52、53を配置することにより発生するライン光の角度誤差を0とすることが可能

となり、理想ラインと一致させることができる。

今、ビームスプリッター 4 から出射した光線の 1 つについて例を示す。ビーム出射角補正光学ユニット 1 a に入射するビームが基準軸とそれぞれ

$\gamma_{1y z}=0.05^\circ$ $\gamma_{1x z}=0.5^\circ$ の角度誤差を有している場合、これらの数値を (19) 式及び (20) 式に入れて計算すると

$$\cos \phi_1 + \cos \phi_2 = 0.05 / (1.5 - 1) \cdot 1$$

$$\sin \phi_1 + \sin \phi_2 = 0.5 / (1.5 - 1) \cdot 1$$

$$\phi_1 = 24.46^\circ \quad \phi_2 = 144.12^\circ \quad \text{が得られる。}$$

すなわち、ビーム出射角補正光学ユニット 1a の入射側プリズムを 24.46° 出射側プリズムを 144.12° 回転させた位置に配置することにより出射ビームと基準軸がなす角度を 0° に補正することが可能となる。同様にして残りの分岐光についてもビーム出射角補正光学ユニット 1b 及び 1c を用いて角度補正を行うことができる。その結果、それぞれのロッドレンズ 51、52、53 を通して発生するライン光の角度誤差を 0 とすることが可能となり、理想ラインと一致させることができる。

【0031】

【発明の効果】

上述のように本発明によるビーム出射角度補正光学ユニットを用いれば、簡易な方法で、ビーム出射角度を補正することが可能となる。また、本発明によるビーム出射角度補正光学ユニットをレーザ墨出し装置の光学系に搭載することで非常に高い指示精度のライン光を容易に得ることができるため、低コストで複数本の高精度墨出し用レーザライン光を発生させることが可能となった。その結果、従来は非常に高価であった複数ライン光照射用レーザ墨出し装置を低価格で得ることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明にかかるビーム出射角度補正光学ユニットの第 1 の実施例を示す概略図。

【図 2】 本発明のビーム出射角度補正光学ユニットによる角度補正原理を示す図。

【図 3】 本発明のビーム出射角度補正光学ユニットのプリズム配置例を示す概略図。

【図 4】 組合せプリズムによるビーム偏角作用を示す図

【図 5】 本発明のビーム出射角度補正光学ユニット搭載のレーザ墨出し装置の概略図。

【図 6】 本発明のレーザ墨出し装置におけるライン光発生光学系の概略図。

【図 7】 本発明にかかるビーム出射角度補正光学ユニットの第 2 の実施例を示す概略図。

【図 8】 本発明にかかるビーム出射角度補正光学ユニットの第 3 の実施例を示す概略図。

【符号の説明】

1、1 a、1 b、1 c：ビーム出射角度補正光学ユニット

2 A、2 B、2：ウェッジプリズム

3 A、3 B：プリズムホルダ

4：ビームスプリッター

10：レーザ墨出し装置

14：ライン光発生光学系

15：支持系

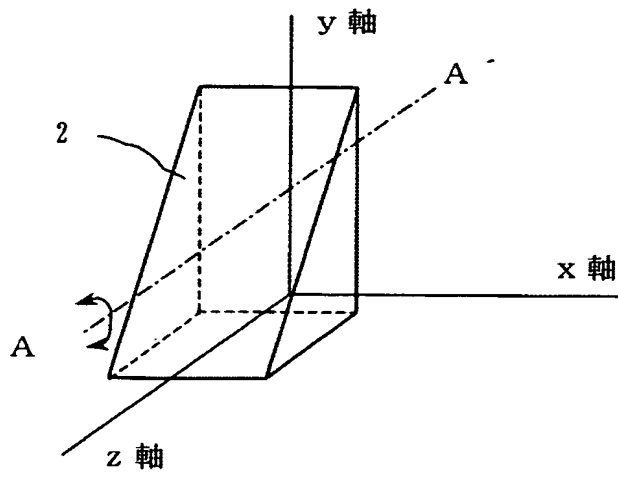
16：半導体レーザ

17：コリメートレンズ

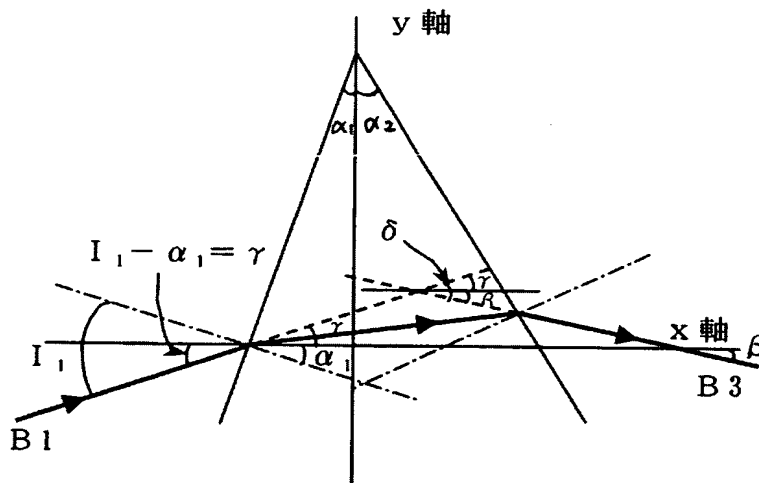
41、42：光分離面

51、52、53：ロッドレンズ

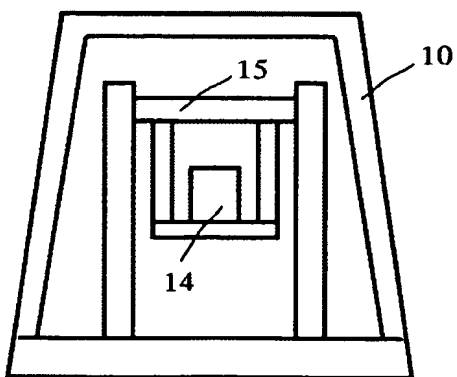
【図 3】



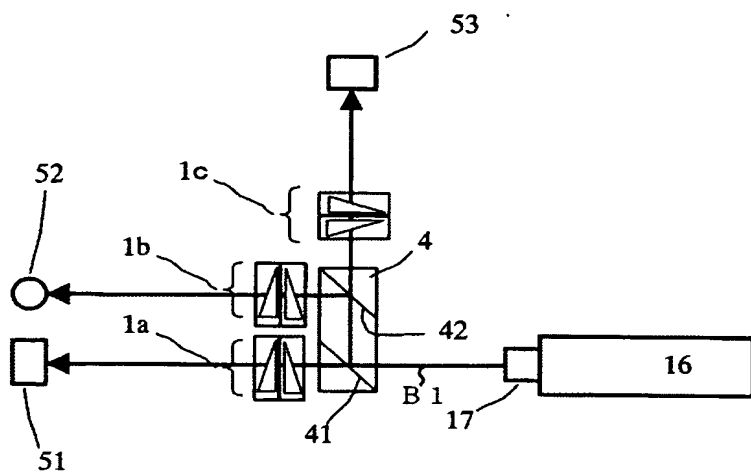
【図 4】



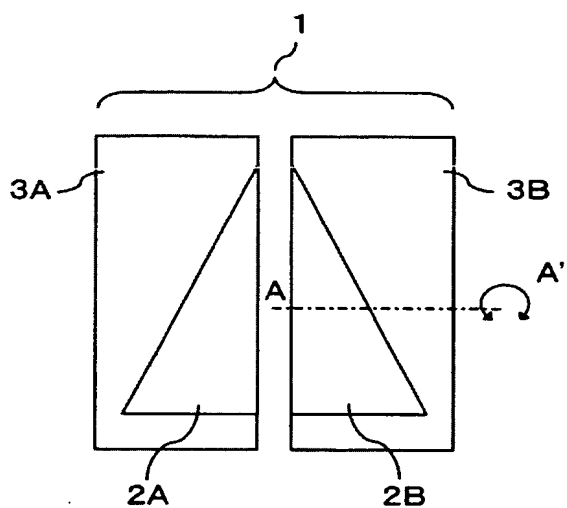
【図 5】



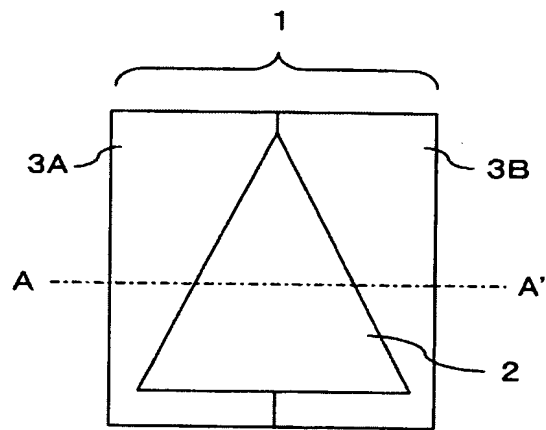
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 本発明の課題は、ビームの出射角度を簡単且つ高精度に補正することができる角度補正光学ユニット及びそれを搭載した低価格の複数ライン光を照射できるレーザ墨出し装置を提供することにある。

【解決手段】 ガラス又はプラスチック等の光透過体からなる第1のウェッジプリズムと、該第1のウェッジプリズムを所定の軸を中心に回動可能に保持する手段と、上記第1のウェッジプリズムと近接又は密着して配置される光透過体からなる第2のウェッジプリズムと、該第2のウェッジプリズムを上記所定の軸を中心に上記第1ウェッジプリズムとは独立に回動可能に保持する手段とを有し、第1のウェッジプリズムに入射したビームを第2のウェッジプリズムから出射するように構成すると共に、上記第1及び第2のウェッジプリズムを独立に所望の角度回動することにより出射ビームの角度補正を行なうように構成した。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-094117
受付番号	50300528297
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 4月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 3月31日

次頁無

特願 2003-094117

出願人履歴情報

識別番号

[000005094]

1. 変更年月日 1995年 5月22日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都千代田区大手町二丁目6番2号
 氏 名 日立工機株式会社

2. 変更年月日 1999年 8月25日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都港区港南二丁目15番1号
 氏 名 日立工機株式会社